

## BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

**PRIORITY DOCUMENT**  
 SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
 COMPLIANCE WITH  
 RULE 17.1(a) OR (b)



REC'D 27 JAN 2000	
WIPO	PCT

**Bescheinigung**

DE 99/3614  
 EJV

Die Siemens Aktiengesellschaft in München/Deutschland hat eine Patentanmeldung unter der Bezeichnung

"Verfahren zur Datenübertragung in einem Funk-Kommunikationssystem mit CDMA-Teilnehmerseparierung und variablen Spreizfaktoren"

am 13. November 1998 beim Deutschen Patent- und Markenamt eingereicht.

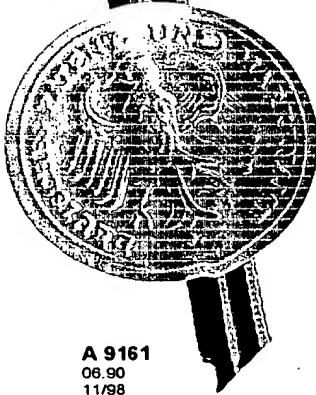
Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

Die Anmeldung hat im Deutschen Patent- und Markenamt vorläufig die Symbole H 04 J, H 04 B und H 04 Q der Internationalen Patentklassifikation erhalten.

München, den 2. Dezember 1999  
 Deutsches Patent- und Markenamt  
 Der Präsident  
 Im Auftrag

Aktenzeichen: 198 52 571.0

Waasmaier



A 9161  
 06.90  
 11/98  
 002001

## Beschreibung

# Verfahren zur Datenübertragung in einem Funk-Kommunikationssystem mit CDMA-Teilnehmerseparierung und variablen Spreiz-

## 5 faktoren

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Datenübertragung und ein Funk-Kommunikationssystem mit CDMA-Teilnehmerseparierung und variablen Spreizfaktoren.

10

In Funk-Kommunikationssystemen werden Daten (beispielsweise Sprache, Bildinformation oder andere Daten) mit Hilfe von elektromagnetischen Wellen über eine Funkschnittstelle übertragen. Die Funkschnittstelle bezieht sich auf eine Verbindung zwischen einer Basisstation und Teilnehmerstationen, wobei die Teilnehmerstationen Mobilstationen oder ortsfeste Funkstationen sein können. Das Abstrahlen der elektromagnetischen Wellen erfolgt dabei mit Trägerfrequenzen, die in dem für das jeweilige System vorgesehenen Frequenzband liegen.

30

Für zukünftige Funk-Kommunikationssysteme, beispielsweise das UMTS (Universal Mobile Telecommunication System) oder andere Systeme der 3. Generation, sind Frequenzen im Frequenzband von ca. 2000 MHz vorgesehen.

30

Aus SMG L1 Expert Group, Tdoc 120/98, Bocholt, vom 18-20. Mai 1998, S.16-19, ist es bekannt, daß für zukünftige Funk-Kommunikationssysteme eine Funkschnittstelle vorgesehen ist, die in einem Frequenzband eine gleichzeitige Übertragung mehrerer Signale vorsieht, deren Datensymbole durch Spreizkodes gespreizt sind. Dieses Verfahren wird als CDMA (code division multiple access) bezeichnet, denn es gestattet dem Empfänger, anhand der Spreizkodes die Signale wieder zu trennen und die Datensymbole der unterschiedlichen Datenströme zu detektieren.

35

Das CDMA-Übertragungsverfahren ermöglicht eine störresistente Übertragung mit leichter Anpassung der Datenrate einer Ver-

und damit unterschiedlichen Datenraten trotzdem eine einheitliche Detektion mit gleicher Datenrate in den Kanälen nachgebildet werden.

5 Damit kann auch unabhängig von den tatsächlich verwendeten Spreizfaktoren mit einer einheitlichen Symbolrate das Empfangssignal für alle enthaltenen Signale ausgewertet werden. Die Empfangseinrichtung wird auf die maximale Signalzahl und den maximalen Spreizfaktor dimensioniert, kann aber mit geringsten Anpassungen problemlos eine geringere Anzahl von 10 Signalen verarbeiten, die jedoch zumindest teilweise einen geringeren Spreizfaktor verwenden.

Diese Lösung ist prinzipiell für jede Art von CDMA-Detektoren 15 geeignet, d.h. für Rake-Empfänger ebenso wie für Detektoren mit gemeinsamer Detektion. Eine solche Lösung ist besonders leicht zu implementieren.

Nach vorteilhaften Weiterbildungen der Erfindung kann eine 20 Modifizierung der virtuellen Spreizkodes auch Kodehopping oder Kodescrambling (entsprechend einer W-CDMA Übertragung nach SMG L1 Expert Group, Tdoc 120/98, Bocholt, vom 18-20. Mai 1998) unterstützen. Hier sind die virtuellen Spreizcodes so gewählt, daß für jedes Symbol oder eine Symbolgruppe ein anderer Spreizkode mit kleinem Spreizfaktor angenommen werden kann.

Durch Scrambling werden besonders bei kurzen Spreizkodes (kleiner Spreizfaktor) Diversitätseffekte ausgenutzt. Beim 30 Scrambling werden die Chips der Spreizkodes verändert. Dies kann mit modulo 2 Operationen, durch allgemeine Multiplikation mit einer Folge sowie komplex- oder reellwertig geschehen. Nach Ablauf einer Scramblingperiode werden die Chips der Spreizkodes in gleicher Weise verändert. Ist die Scramblingperiode 35 gleich der Spreizkodelänge, dann ändern sich die Spreizkodes effektiv nicht. Ist die Periode länger als die Symbollänge, ändert der Spreizkode von Symbol zu Symbol, so

viduellen auf Kanalimpulsantworten bezogenen Werten nach einer Bandstruktur belegt.

Benachbarte Positionen in der Systemmatrix werden derart belegt, daß sich die signalindividuellen Werte der verschiedenen Signale abwechseln und die belegten Positionen entsprechend der Überlagerungen zwischen den Symbolen ausgerichtet sind. Zwischen zwei Werten eines Teilnehmersignals mit einem großen Spreizfaktor werden gemäß des Spreizfaktorverhältnisses Werte eines Teilnehmersignals mit kleinem oder gleichem Spreizfaktor angeordnet. Für die Teilnehmersignale mit dem kleineren Spreizfaktor sind entsprechend mehr beieinanderliegende Positionen vorgesehen. Es wird daraufhin eine lineare Detektion für die Datensymbole der zumindest zwei Datenströme durch eine Verknüpfung der Systemmatrix und der Empfangsmatrix durchgeführt.

Damit wird gegenüber der in der Literatur, siehe A.Klein, "Multi-user detection of CDMA signals - algorithms and their application to cellular mobile radio", VDI Verlag, 1996, S.38-43, eine verbesserte Bandstruktur erreicht und den Anforderungen variabler Spreizkodes entsprochen. Die Verwendung unterschiedlicher Spreizfaktoren führt zu einer größeren Anzahl von Interferenzen zwischen Symbolen unterschiedlicher Teilnehmersignale. Die erfindungsgemäße Aufstellung der Systemmatrix trägt dazu bei, trotz dieser Interferenzen aufwandsgünstig zu detektieren. Wird eine solche optimierte Detektion durchgeführt, so ergeben sich kürzere Rechenzeiten, die es erlauben, den Detektor in einem "Idle-Mode" zu schalten. Dadurch wird der Stromverbrauch und/oder die Wärmeabgabe des Gerätes gesenkt.

Ausführungsbeispiele der Erfindung werden anhand der beiliegenden Zeichnungen näher erläutert.

eine Unterscheidung von Teilnehmersignalen innerhalb des Signalgemischs zuläßt. Anschließend werden die einzelnen Teilnehmersignale aufsummiert und mit dem Summensignal ein Funkblock gebildet. Die Funkblockbildung bezieht sich vor 5 allem auf ein Übertragungssystem mit "burstartigem" Senden. Zum kontinuierlichen Senden, wie im W-CDMA-Betrieb, werden innerhalb der Funkblockbildung die Daten eines Zeitschlitzes (slot) zusammengestellt. Daraufhin wird das Signal in einem Chipimpulsfilter gefiltert und in einem D/A-Wandler in ein 10 analoges Signal umgewandelt, das verstärkt und über Antennen AT abgestrahlt werden kann.

Die korrespondierende Struktur einer Empfangseinrichtung ist aus Fig 3 ersichtlich. Nachdem die Signale bei der empfangenden Funkstation über die dortige Antenne AT empfangen, anschließend verstärkt und ins Basisband umgewandelt wurden, findet eine Abtastung des Empfangssignals und eine A/D-Wandlung statt, so daß das Empfangssignal einem digitalen Tiefpaß zugeführt werden kann. Das digitalisierte Signal wird nun 20 parallel einem Kanalschätzer KS und einer Detektionseinrichtung DE zugeführt. Dabei wird für die folgende Betrachtung angenommen, daß das Empfangssignal in Form einer Empfangsmatrix  $e$  vorliegt, wobei

$$e = A^*d + n \text{ gilt.}$$

A beschreibt eine Systemmatrix, d gibt die zu detektierenden Daten in Matrixform an und n ist eine den Rauschanteil enthaltende Matrix.

30 Im Kanalschätzer KS werden Trainingssequenzen, die im Empfangssignal verzerrt vorhanden sind, mit im Empfänger vorliegenden unverzerrten Trainingssequenzen verglichen und aus dem Vergleich Kanalimpulsantworten bestimmt, die teilnehmerindividuell den Übertragungskanal beschreiben. Mit Hilfe der Kanalimpulsantworten wird die Systemmatrix A aufgestellt. Die Systemmatrix A enthält auf die individuellen Kanalimpulsant-

$$A = \begin{pmatrix} b_1^1 & b_1^2 & 0 & 0 & 0 & 0 & \dots & 0 \\ b_2^1 & b_2^2 & 0 & 0 & 0 & 0 & \dots & 0 \\ b_3^1 & b_3^2 & 0 & 0 & 0 & 0 & \dots & 0 \\ b_4^1 & b_4^2 & b_1^2 & 0 & 0 & 0 & \dots & 0 \\ b_5^1 & b_5^2 & b_2^2 & 0 & 0 & 0 & \dots & 0 \\ b_6^1 & b_6^2 & b_3^2 & 0 & 0 & 0 & \dots & 0 \\ b_7^1 & 0 & b_4^2 & b_1^1 & b_1^2 & 0 & \dots & 0 \\ b_8^1 & 0 & b_5^2 & b_2^1 & b_2^2 & 0 & \dots & 0 \\ b_9^1 & 0 & b_6^2 & b_3^1 & b_3^2 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & 0 & 0 & b_4^1 & b_4^2 & b_1^2 & \dots & 0 \\ \dots & \dots \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & \dots & 0 \end{pmatrix}^9$$

5 Durch die abwechselnde Anordnung von Vektoren  $b^1$  und  $b^2$ , wo-  
bei der Vektor  $b^2$  aufgrund des kleineren Spreizfaktor häufiger  
benutzt wird, wird eine Bandstruktur der Systemmatrix A er-  
reicht, auch wenn unterschiedlich Spreizfaktoren SF verwendet  
werden.

10 Die kombinierten Kanalimpulsantworten der Symbole, zwischen  
denen Interferenzen möglich sind - dies sind sowohl aufein-  
anderfolgende Symbole eines Signals als auch Symbole unter-  
schiedlicher aber gleichzeitig übertragener Teilnehmersignale  
-, befinden sich in benachbarten Positionen der Systemmatrix  
A. Es sei angemerkt, daß für obenstehendes Beispiel die erste  
und zweite, die vierte und fünfte usw. Spalte auch vertauscht  
werden können. Im allgemeinen ist beim Aufstellen der System-  
matrix A sicherzustellen, daß die kombinierten Kanalimpuls-  
antworten der interferierende Symbole dicht beieinander ste-  
hen und die Anzahl der zu reservierenden Positionen in der  
20 Systemmatrix A für die Signale im umgekehrten Verhältnis  
ihrer Spreizfaktoren steht.

25 In der Detektionseinrichtung DE wird entsprechend dem Ausfüh-  
rungsbeispiel eine gemeinsame Detektion durchgeführt, wobei  
jedoch auch jeder andere lineare Empfänger, z.B. mit Ent-  
scheidungsrückführung (decision feedback) oder andere Mehr-

Verbindung mit vierfacher Datenrate und einem Spreizfaktor von SF=4 betrieben wird. Damit ist die Maximallast erreicht.

Jeder Spreizkode c1 bis c4 besteht aus 16 Chips, wobei nach 5 Fig 4 für die vier Verbindungen mit den Spreizkodes c1..c4 die 16 Chips frei gewählt sind, so daß sich möglichst zueinander orthogonale Spreizkodes ergeben. Der fünfte Spreizkode c5, dessen Grundsymbol nur aus vier Chips besteht, wird also innerhalb der 16 Chips viermal wiederholt. Damit wird allerdings auch die vierfache Datenmenge übertragen, in dem in Fig 10 4 dargestellten Zeitintervall also vier Symbole.

Entsprechend dem Ausführungsbeispiel wird jeder der vier im dargestellten Zeitintervall aufeinanderfolgenden Spreizkodes 15 c5 einem virtuellen Spreizkode vc zugeordnet und für die übrigen Stellen der Wert "0" eingefügt. Eine Überlagerung der virtuellen Spreizkodes vc ergibt wieder die Abfolge der ursprünglichen Spreizkodes c5. Nach den vier dargestellten 20 Symbolen der Fig 4 wiederholt sich die Aufteilung in virtuelle Spreizkodes vc, so daß z.B. der den ersten virtuellen Kanal bildende virtuelle Spreizkode c51 somit das 1., 5., 9. usw. Symbol detektiert.

Es sei angemerkt, daß auch eine Symbolgruppe aus mehreren, z.B. zwei Symbolen - entspricht 8 Chips, einem virtuellen Spreizkode zugeordnet werden kann. Dies ist besonders dann vorteilhaft, wenn keine Verbindung mit dem maximalen Spreizfaktor SFmax betrieben wird.

30 Insgesamt verarbeitet die Detektionseinrichtung DE nun acht Kanäle mit der Grunddatenrate, obwohl unterschiedliche Spreizfaktoren SF verwendet werden. Änderungen der Spreizfaktoren SF können sehr leicht im Empfänger nachvollzogen werden. Eine Realisierung der Empfangseinrichtung durch einen 35 anwendungsspezifischen Schaltkreis (ASIC) wird dadurch ermöglicht.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Datenübertragung in einem Funk-Kommunikationssystem mit CDMA-Teilnehmerseparierung und variablen

5 Spreizfaktoren, bei dem

- in einem Kanal gleichzeitig Signale von zumindest zwei Datenströmen mit durch Spreizkodes (c) gespreizten Daten-

10 symbolen übertragen werden, wobei für die Signale unterschiedliche Spreizfaktoren (SF) einstellbar sind, die kleiner oder gleich einem maximalen Spreizfaktor (SF<sub>max</sub>)

sind,

- empfangsseitig die Signale mit Hilfe der Spreizkodes (c) 15 detektiert werden,

dadurch gekennzeichnet,

15 - daß empfangsseitig für ein Signal mit einem Spreizfaktor (SF), der kleiner als der maximale Spreizfaktor (SF<sub>max</sub>) ist, mehrere virtuelle Spreizkodes (cv) gebildet werden, die jeweils nur auf einzelne Symbole oder Symbolgruppen des Signals bezogen sind,

20 - die Detektion dieses Signals mit den virtuellen Spreizkodes (cv) durchgeführt wird, und

- die Detektionsergebnisse mit den virtuellen Spreizkodes (cv) zum empfangsseitigen Datenstrom des Signals mit dem kleineren Spreizfaktor aneinandergereiht werden.

2. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem

ein Spreizkode (c) mit einem Spreizfaktor (SF), der kleiner als der maximale Spreizfaktor (SF<sub>max</sub>) ist, von Symbol zu 30 Symbol oder von Symbolgruppe zu Symbolgruppe geändert wird.

3. Verfahren nach Anspruch 2, bei dem

die Änderung des Spreizkode (c) der Aufteilung in virtuelle Spreizkodes (cv) entspricht.

35 4. Verfahren nach Anspruch 2 oder 3, bei dem

die Länge der virtuellen Spreizkodes (cv) der Symbollänge des maximalen Spreizfaktors entspricht.

schiedliche Spreizkodes (SF) einstellbar sind, die kleiner als ein maximaler Spreizfaktor (SFmax) sind, mit einer Detektionseinrichtung (DE) zum Detektieren der Signale mit Hilfe der Spreizkodes, wobei

- 5 - für ein Signal mit einem Spreizfaktor (SF), der kleiner als der maximale Spreizfaktor (SFmax) ist, mehrere virtuelle Spreizkodes (cv) gebildet werden, die jeweils nur auf einzelne Symbole oder Symbolgruppen des Signals bezogen sind,
- die Detektion dieses Signals mit den virtuellen Spreizkodes
- 10 (cv) durchgeführt wird, und
- die Detektionsergebnisse mit den virtuellen Spreizkodes (cv) zum empfangsseitigen Datenstrom des Signals mit dem kleineren Spreizfaktor aneinander gereiht werden.

15

20

Fig. 1

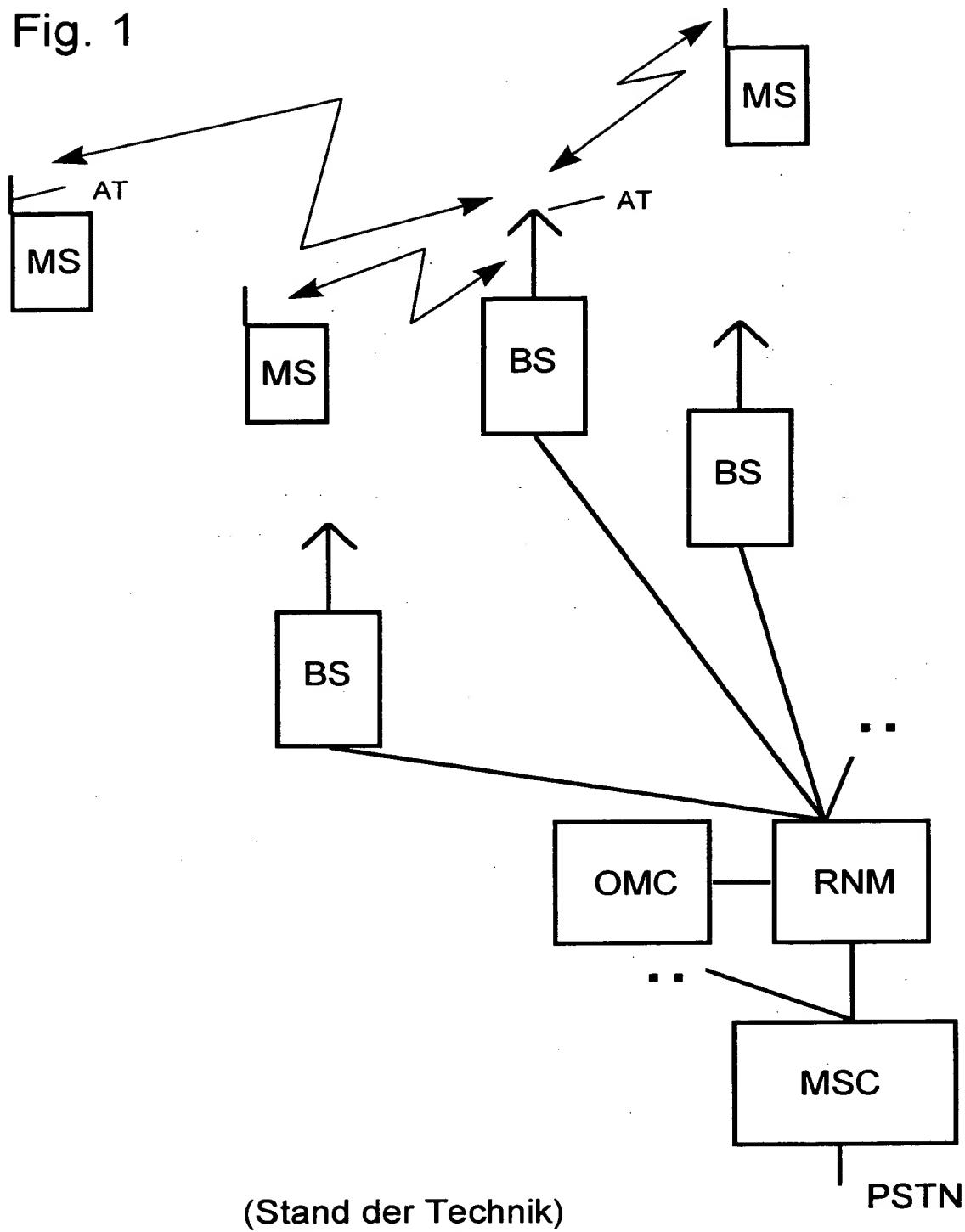


Fig. 3

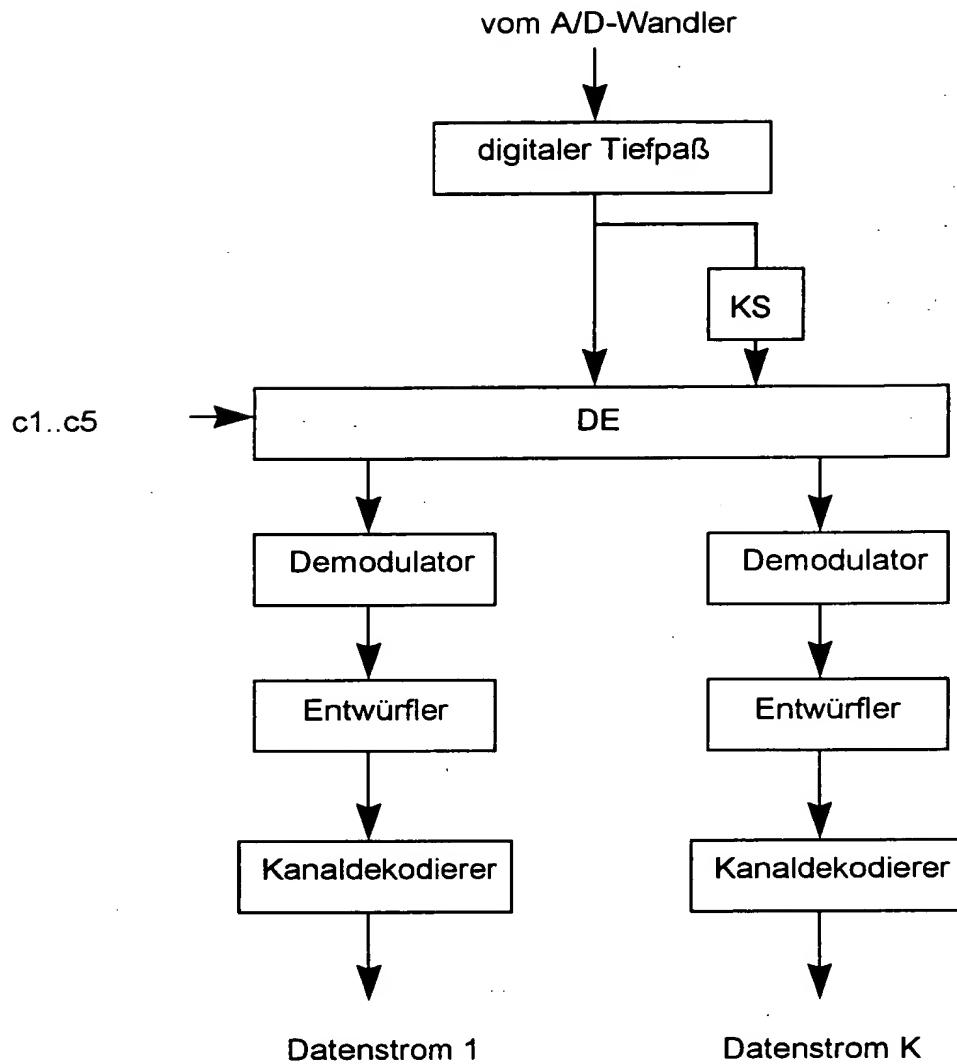


Fig. 5